

高职高专规划教材



JIXIESHEJI

机械设计

课程设计简明指导

王海梅 苏德胜 刘巨栋 编



化学工业出版社

高职高专规划教材

机械设计课程设计简明指导

王海梅 苏德胜 刘巨栋 编
孟庆东 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书根据《高等工业学校机械设计课程教学基本要求》和《机械设计基础课程教学基本要求》编写而成。以常见的齿轮减速器为例,系统地介绍了机械传动装置的设计内容、步骤和方法,对课程设计从准备到编写设计计算说明书、准备答辩的全过程作了具体阐述。内容包括:总论、机械传动装置的总体设计、传动件的设计计算和轴系的初步设计、减速器的结构、减速器装配草图、装配工作图、零件工作图的设计、设计计算说明书的编写和答辩准备等内容,书中编入了大量设计计算实例,以便学生更好地掌握教学内容。附录中精选了常用标准和规范、课程设计参考图例等,既方便教学,又能鼓励学生学会查阅《机械设计课程设计图册》及《机械设计手册》。

本书可作为高等职业专(本)科学校、职业技术专科院校、业余大学、成人高校及函授大学等机械类、近机械类各专业机械设计基础或机械设计课程设计的教学用书,也可供机械类学生进行毕业设计及有关工程技术人员进行工程设计时参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计简明指导/王海梅,苏德胜,刘巨栋编. —北京:化学工业出版社,2009.8

高职高专规划教材

ISBN 978-7-122-06211-6

I. 机… II. ①王…②苏…③刘… III. 机械设计-课程设计-高等学校:技术学院-教学参考资料 IV. TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 110545 号

责任编辑:王清颢

装帧设计:关 飞

责任校对:陶燕华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:北京市彩桥印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 9 1/4 字数 214 千字 2009 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:18.80 元

版权所有 违者必究

前 言

机械设计课程设计是继机械设计和机械设计基础课程学习后设置的一个十分重要的理论联系实际的实践性教学环节,是使学生得到相关基本知识综合运用和基本技能训练的重要环节,是学生迈向工程设计的一个转折点。

为满足学生在课程设计时的需要,编者根据《机械设计(机械设计基础)课程教学基本要求》和《机械设计(机械设计基础)课程设计基本要求》的精神,在参考大量文献和资料的基础上结合多年的教学经验编写了本书。

本书包括机械设计课程设计指导、课程设计常用标准和规范、减速器零部件结构及参考图例三部分,以常用的齿轮、蜗轮减速器为设计对象,介绍了减速器的一般设计方法和设计步骤,并且汇集了机械设计课程设计所需的基本内容和资料,以便学生能迅速投入实质性的设计工作。

本书具有如下特点。

(1) 将机械设计课程设计指导、课程设计常用标准和规范、减速器零部件结构及参考图例三部分汇集于一体,便于学生课程设计时查阅。

(2) 内容按设计步骤安排,以圆柱齿轮减速器为主给出了详细的图例,便于学生使用。

(3) 精选了典型减速器的装配工作图和主要零件工作图,以供学生参考。

(4) 体现“简明”特色。附录中精选了减速器设计中最常用的、必要的文件及标准和规范,避免了因为收录许多不常用的和在教材或手册中易查到的数据而占用大量篇幅,从而减少了不必要的重复和因引用资料来源不同而引起的矛盾,既节约了社会资源,又减轻了学生的经济负担,同时还能激励学生在课程设计过程中自行查阅《机械设计课程设计图册》及《机械设计手册》,达到较全面熟悉和掌握机械设计标准和规范的目的。

本书编写人员分工如下:第一、六~八章由苏德胜编写;第二~五章由王海梅编写;附录由刘巨栋编写;书中插图、插表由王莺和孟蕾青进行选编、设计绘制;本书电子课件由崔玉霞设计制作。全书由王海梅负责统稿,由孟庆东担任主审,由袁国兴、王宪伦和孟庆东审阅。另外褚惠萍和姜振华参加了书稿的整理和核对工作。

本书的出版得到了相关院校的大力支持与协助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中不足之处,敬请有关专家和广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 课程设计总论	1
第一节 目的和要求	1
第二节 题目、任务和内容	1
一、题目	1
二、任务	1
三、主要内容	2
第三节 步骤和注意事项	2
一、步骤	2
二、注意事项	2
第二章 机械传动装置的总体设计	4
第一节 分析或确定传动方案	4
一、传动方案应满足的要求	4
二、拟定传动方案时的一般原则	5
第二节 选择电动机	6
一、确定电动机的类型、结构	6
二、确定电动机的功率	7
三、确定电动机的转速	8
四、确定电动机的型号	8
第三节 传动装置总传动比的计算及分配	9
一、总传动比的确定	9
二、各级传动比的分配	9
第四节 传动装置的运动参数和动力参数的计算	10
一、各轴转速	11
二、各轴输入功率	11
三、各轴输入转矩	11
第三章 传动件的设计计算和轴系的初步设计	14
第一节 减速器外传动件的设计	14
一、普通 V 带传动	14
二、链传动	14
三、开式齿轮传动	14
第二节 减速器内传动件的设计	15
一、圆柱齿轮传动	15

二、圆锥齿轮传动	15
三、蜗杆传动	15
第三节 轴系的初步设计	16
一、初估轴径	16
二、选择联轴器	16
三、选择滚动轴承类型	16
四、初步确定轴的结构设计	16
第四章 减速器的结构	23
第一节 减速器箱体的结构	24
一、减速器箱体的结构形式	24
二、铸造箱体各部分的尺寸	27
第二节 减速器附件的结构	28
一、起吊装置	28
二、窥视孔和窥视孔盖	29
三、通气器	29
四、油标	29
五、启盖螺钉	30
六、定位销	31
七、放油孔和螺塞	31
第五章 减速器装配草图的设计	32
第一节 装配草图设计的准备阶段	32
第二节 装配草图设计的第一阶段	32
第三节 装配草图设计的第二阶段	35
一、传动零件的结构设计	35
二、滚动轴承的组合设计	36
第四节 装配草图设计的第三阶段	42
一、箱体的结构设计	42
二、减速器附件设计	46
第五节 圆锥齿轮减速器装配草图的设计要点	48
第六章 减速器装配工作图的设计	51
第一节 装配工作图的视图要求	51
第二节 标注尺寸	51
第三节 减速器的技术特性与技术要求	52
一、技术特性	52
二、技术要求	52
第四节 编制零件编号、明细表及标题栏	53
一、零件编号	53

二、标题栏及明细表	53
第五节 装配图的检查及常见错误示例	54
一、装配图的检查	54
二、常见错误示例分析	54
第六节 减速器装配图示例	57
第七章 零件工作图设计	78
第一节 零件工作图的要求	78
第二节 轴类零件工作图的设计和绘制	79
一、视图选择	79
二、尺寸及公差标注	79
三、形位公差	80
四、表面粗糙度	82
五、技术要求	82
第三节 齿轮类零件工作图的设计和绘制	82
一、视图选择	82
二、尺寸及公差标注	84
三、表面粗糙度	84
四、啮合特性表	89
五、技术要求	89
第四节 箱体类零件工作图的设计和绘制	89
一、视图	89
二、尺寸标注	89
三、形位公差	89
四、表面粗糙度	89
五、技术要求	89
第八章 设计计算说明书的编写和答辩准备	95
第一节 设计计算说明书的编写内容	95
第二节 设计计算说明书的编写要求	95
第三节 答辩准备	96
第四节 答辩思考题	97
一、传动装置的总体设计	97
二、传动零件的设计计算	97
三、轴、轴承的设计计算	98
四、键、联轴器的选择与计算	98
五、箱体的结构及附件设计	99
六、减速器润滑、密封选择及其他	99
七、装配图与零件图设计	99

附录一	电动机	100
附录二	轴承	102
附录三	联轴器	109
附录四	螺纹与螺纹连接件	123
附录五	挡圈	129
附录六	平键	132
附录七	圆柱销和圆锥销	134
附录八	密封标准件	135
附录九	减速器拆装实验	140
附录十	设计题目	143
参考文献		146

第一章 课程设计总论

第一节 目的和要求

课程设计是机械设计或机械设计基础课程重要的实践性教学环节，是培养学生机械设计能力的技术基础课。其主要目的如下。

(1) 树立正确的设计思想，培养学生综合运用机械设计课程及有关基础课程的知识，起到巩固、深化、融会贯通及扩展有关机械设计方面知识的作用。

(2) 培养学生分析和解决工程实际问题的能力，使学生学习和掌握机械传动装置或简单机械的一般设计方法和步骤。

(3) 进行机械设计基本技能的训练，如设计计算、绘图、查阅设计资料（手册、图册等）、运用标准和规范以及掌握经验估算等技能。

课程设计的总体要求如下。

(1) 具有正确的工作态度。课程设计是学生第一次较全面的设计训练，它对学生今后的设计和从事技术工作都具有极其重要的意义，因此，要求学生必须严肃认真、刻苦钻研、一丝不苟地进行设计，才能在设计思想、设计方法和技能等方面得到锻炼与提高。

(2) 培养独立的工作能力。课程设计是在教师指导下由学生独立完成的。学生在设计中遇到问题，应随时复习有关教材、设计指导书，参阅设计资料，主动地思考、分析，从而获得解决问题的方法，不要依赖性地、简单地向教师索取答案。这样才能提高独立工作的能力。

(3) 树立严谨的工作作风。设计方案的确定、设计数据的处理应有依据，计算数据要准确，制图应正确且符合国家标准。反对盲目地、机械地抄袭资料和敷衍、草率的设计作风。

(4) 培养按计划工作的习惯。设计过程中，学生应遵守纪律，在规定的教室里按预定计划保质保量地完成设计任务。

第二节 题目、任务和内容

一、题目

课程设计的题目常为一般用途的机械传动装置或简单机械。比较成熟的题目是以直齿或斜齿圆柱齿轮减速器为主的机械传动装置，如图 1-1 所示带式输送机。部分学生以设计单级蜗杆减速器为主的机械传动装置。每个学生有不同的设计题目或参数要求，一般由教师指定（详见本书附录十）。

二、任务

以常见的齿轮减速器为例，根据教学要求，一般要求在 2~3 周时间内完成以下任务：

(1) 减速器装配工作图 1 张（用 A1 或 A0 图纸）；

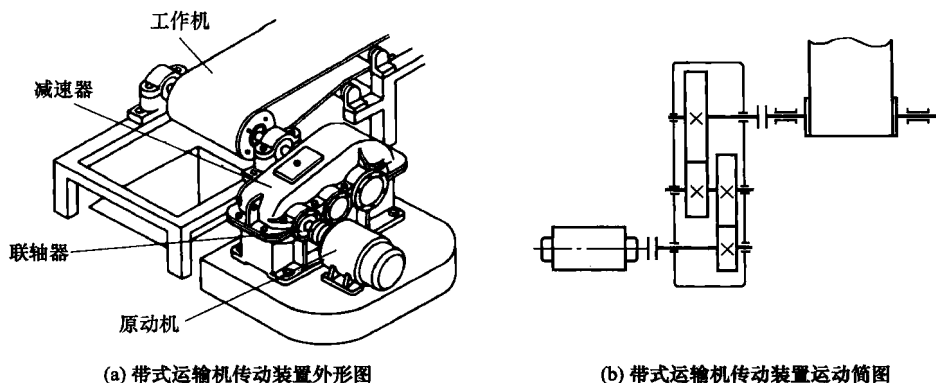


图 1-1 带式输送机

- (2) 零件工作图 2~3 张 (传动件、轴、箱体等);
- (3) 设计计算说明书一份 (16 开纸), 约 6000 字左右;
- (4) 答辩。

三、主要内容

一般包括以下几方面内容:

- (1) 拟定、分析传动装置的设计方案;
- (2) 电动机的选择与传动装置运动和动力参数的计算;
- (3) 传动件的设计计算;
- (4) 轴的设计与校核;
- (5) 轴承及其组合部件的设计与校核;
- (6) 联轴器、键的选择与校核;
- (7) 润滑、密封设计;
- (8) 减速器箱体及附件的设计;
- (9) 减速器装配图的设计与绘制;
- (10) 零件工作图的设计与绘制;
- (11) 编写设计计算说明书。

第三节 步骤和注意事项

一、步骤

课程设计一般可按以下顺序进行: 设计准备工作→传动装置的总体设计→传动件的设计计算→装配图草图的绘制 (校核轴、轴承等)→装配图的绘制→零件工作图的绘制→编写设计计算说明书→答辩。每一设计步骤所包括的设计内容如表 1-1 所列。

二、注意事项

课程设计是学生第一次接受较全面的设计训练。学生一开始往往不知所措, 为了尽快投入和适应设计实践, 在课程设计中应注意以下事项。

(1) 掌握设计进度, 按时完成设计任务。课程设计是在教师指导下由学生独立完成的, 设计中学生要严格按照设计进度进行, 发挥主观能动性, 认真阅读设计指导书, 查阅有关设计资料, 勤于思考, 严格要求, 保质保量地按时完成设计任务。

表 1-1 课程设计的步骤

步 骤	主 要 内 容	学时比例
1. 设计准备工作	(1)熟悉任务书,明确设计的内容和要求; (2)熟悉设计指导书、有关资料、图纸等; (3)观看录像、实物、模型,或进行减速器装拆实验等。了解减速器的结构特点与制造过程	5%
2. 总体设计	(1)确定传动方案; (2)选择电动机; (3)计算传动装置的总传动比,分配各级传动比; (4)计算各轴的转速、功率和转矩	10%
3. 传动件的设计计算	(1)计算齿轮传动(或蜗杆传动)、带传动、链传动的主要参数和几何尺寸; (2)计算各传动件上的作用力	5%
4. 装配图草图的绘制	(1)确定减速器的结构方案; (2)绘制装配图草图(草图纸),进行轴、轴上零件和轴承组合的结构设计; (3)校核轴的强度、校核滚动轴承的寿命; (4)绘制减速器箱体结构; (5)绘制减速器附件	35%
5. 装配图的绘制	(1)画底线图,画剖面线; (2)选择配合,标注尺寸; (3)编写零件序号,列出明细栏; (4)加深线条,整理图画; (5)书写技术条件、减速器特性等	25%
6. 零件工作图的绘制	(1)绘制齿轮类零件工作图; (2)绘制轴类零件工作图; (3)绘制其他零件的工作图(由指导教师定)	8%
7. 编写设计计算说明书	(1)编写设计计算说明书,内容包括所有的计算,并附有必要的简图; (2)写出设计总结。一方面总结设计课题的完成情况,另一方面总结个人所做设计的收获体会以及不足之处	10%
8. 答辩	(1)作答辩准备; (2)参加答辩	2%

(2) 设计过程中做好记录和整理。设计过程中要随时注意记录和整理计算结果,以便自我检查和供编写设计说明书使用。

(3) 设计过程中应及时检查、及时修正。设计过程是一个边绘图、边计算、边修改的过程,应经常进行自查或互查,有错误应及时修改,以免造成大的返工。

(4) 正确处理理论计算与结构设计的关系。机械中零部件的尺寸不可能完全由理论计算确定,应综合考虑零部件的结构、加工、装配、经济性等诸多因素的影响。如在轴的结构设计中,轴外伸端的最小直径 $d_{\min}$ 按强度计算为 42mm,但考虑到相配联轴器的孔径,最后可能取 $d=45\text{mm}$ 。总之,确定零件尺寸时,必须考虑理论计算、结构和工艺的要求。

(5) 正确使用标准和规范。设计中正确运用标准和规范,有利于零件的互换性和加工工艺性。如设计中采用的滚动轴承、带、键、联轴器等,其参数和尺寸必须严格遵守标准和规定;绘图时要遵守机械制图的标准和规范。

第二章 机械传动装置的总体设计

机器通常是由原动机、传动装置和工作机三部分组成。传动装置是在原动机与工作机之间传递运动和动力的中间装置，它可以改变速度的大小与运动形式，并将动力和转矩进行传递、分配。

传动装置的总体设计包括确定传动方案、选择电动机型号、确定总传动比并合理分配各级传动比、计算传动装置的运动和动力参数等，为下一步计算各级传动件提供条件。

第一节 分析或确定传动方案

传动方案一般用机构运动简图表示。它能简单明了地反映出各部件的组成和连接关系，以及运动和动力传递路线。如由设计任务书给定传动方案时，学生应对传动方案进行分析，对方案是否合理提出自己的见解；若只给定工作机的性能要求（如带式运输机的有效拉力 F 和输送带的线速度 v 等），学生应根据各种传动的特点确定出最佳的传动方案。

一、传动方案应满足的要求

合理的方案首先应满足工作机的性能要求（例如传动功率、转速、运动方式）。此外，还要与工作条件（例如工作环境、工作场地、工作时间等）相一致，同时要求工作可靠、结构简单、尺寸紧凑、传动效率高，成本低和使用维护方便等。但要满足所有的要求往往是比较困难的。因此，要通过分析比较多种传动方案，选择既能保证重点又能兼顾众多方面的合理方案。

如图 2-1 所示，带式运输机四种传动方案。方案 A 采用二级减速器，该方案结构尺寸较大，但采用了闭式齿轮传动，可得到良好的润滑与密封，能适应在繁重及恶劣的工作环境下

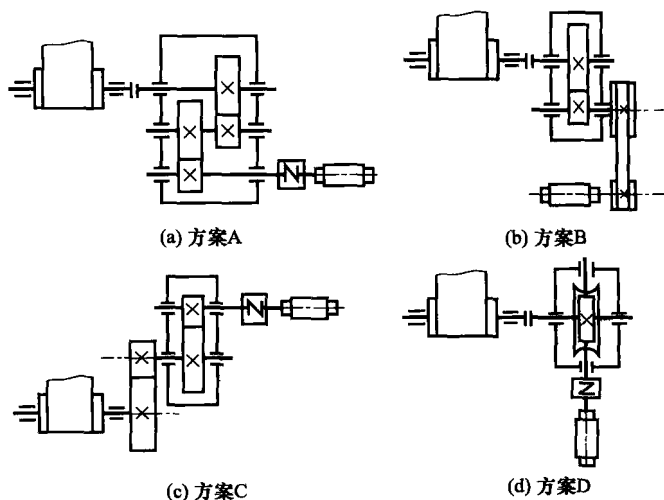


图 2-1 带式运输机传动方案简图

长期工作，使用维护方便；方案 B 采用一级带传动与一级闭式齿轮传动，该方案宽度尺寸也较大，带传动布置在高速级，有减振和过载保护的作用，但带传动不适合繁重的工作要求和恶劣的工作环境；方案 C 采用一级闭式齿轮和一级开式齿轮，成本较方案 A 低，也适用于繁重的工作条件，但寿命短，不适用于较差的工作环境；方案 D 采用一级蜗杆传动，结构紧凑，但其效率低，功率损失大，长期工作时经济性差。这四种方案都能够满足设计要求，但结构尺寸、性能指标、经济性等不相同，要根据具体设计要求进行合理选择。

二、拟定传动方案时的一般原则

在拟定传动方案时，选定原动机后，可根据工作机的工作条件选择合理的传动方案，主要是合理地确定传动装置，包括合理地确定传动机构类型和布置传动顺序。下面给出传动机构选型和多级传动布置原则。

1. 传动机构类型的选择

合理地选择传动类型是拟定传动方案时的重要环节。常用传动机构的类型、性能和适用范围可参考表 2-1。

表 2-1 常用机械传动的主要性能及适用范围

选用指标		传 动 机 构					
		平带传动	V 带传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动 圆柱摩擦轮传动
功率/kW(常用值)		小 (≤ 20)	中 (≤ 100)	中 (≤ 100)	大(最大达 50000)		小(≤ 50) 小(≤ 20)
单级	常用值	2~4	2~4	2~5	圆柱 2~5	圆锥 2~3	10~40 2~4
传动比	最大值	5	7	6	8	5	80 5
传动效率		中	中	中	高		低 较低
许用的线速度/(m/s) (一般精度等级)		≤ 25	$\leq 25 \sim 30$	≤ 40	$\leq 15 \sim 30^{\text{①}}$	$\leq 5 \sim 15^{\text{①}}$	$\leq 15 \sim 35$ $\leq 15 \sim 25$
外廓尺寸		大	大	大	小		小 大
传动精度		低	低	中等	高		高 低
工作平稳性		好	好	较差	一般		好 好
自锁能力		无	无	无	无		可有 无
过载保护作用		有	有	无	无		无 有
使用寿命		短	短	中等	长		中等 短
缓冲吸振能力		好	好	中等	差		差 好
要求制造及安装精度		低	低	中等	高		高 中等
要求润滑条件		不需	不需	中等	高		高 一般不需
环境适应性		不能接触酸、碱、油类、爆炸性气体		好	一般		一般 一般

① 上限为斜(曲)齿轮的圆周速度，下限为直齿轮的圆周速度。

在选择传动机构类型时依据的一般原则如下。

(1) 齿轮传动机构结构紧凑、传动平稳、效率高、寿命长、承载能力强、功率和速度适用范围较广。因此在传动装置中应优先采用。

(2) 小功率传动, 宜选用结构简单、价格便宜、易于制造的机构形式, 如: 链传动、带传动。大功率传动, 应优先选用传动效率高的机构, 以降低能耗, 如齿轮传动; 不宜采用蜗杆传动等。

(3) 使用中可能出现过载的工作机, 应选用具有过载保护作用的传动机构, 如带传动, 但在易燃、易爆的工作环境, 不宜采用带传动。

(4) 传动比要求比较高, 结构要求紧凑的装置, 宜采用齿轮、蜗杆等机构, 不宜采用带传动、链传动。

(5) 载荷多变、换向频繁、冲击振动严重、易超载运行的工作机, 宜采用有缓冲吸振能力的传动装置, 如带传动、摩擦离合器、弹性联轴器等。

(6) 工作温度较高、潮湿、多粉尘、易燃、易爆等恶劣环境, 宜采用链传动、闭式齿轮传动、蜗杆传动, 而不宜采用带传动等。

2. 多级传动装置布置原则

同类传动机构不同布置方式, 对机器的性能、传动效率和结构尺寸等有直接影响。因此, 应根据各类传动机构的特点进行合理布置。常用传动机构的布置原则如下:

(1) 带传动的承载能力较低, 但传动平稳, 缓冲吸振能力强, 因此, 宜布置在高速级;

(2) 链传动运转不均匀, 有冲击, 宜布置在低速级;

(3) 闭式齿轮传动一般布置在高速级, 以减少闭式传动的外轮廓尺寸;

(4) 开式齿轮传动, 由于具有制造精度低、润滑条件差、易磨损、寿命短、尺寸大等特点, 宜布置在低速级;

(5) 蜗杆传动效率低, 但传动平稳。当与齿轮传动同时使用时, 宜布置在高速级, 此时传递的转矩较小, 减少磨损;

(6) 斜齿轮重合度大, 传动平稳, 承载能力强, 常布置在高速级或要求传动平稳的场合;

(7) 圆锥齿轮传动只用于需要改变轴的布置方向的场合。由于圆锥齿轮加工困难, 特别是大直径、大模数圆锥齿轮, 所以应布置在高速级, 并限制其传动比, 以减少其直径和模数。

第二节 选择电动机

电动机是通用机械传动中应用极为广泛的原动机, 它已实现了产品标准化和系列化。设计时应根据工作机的工作情况和运动、动力参数, 来选择电动机的类型、结构形式、容量(额定功率)和转速, 并从产品目录中查出具体型号, 以便购置。

一、确定电动机的类型、结构

电动机分为交流电动机和直流电动机两种。工业上一般采用三相交流电, 因此, 如无特殊要求, 通常采用交流电动机。交流电动机又分为同步电动机和异步电动机, 其中以 Y 系列三相鼠笼式异步电动机用得最多。该电机为一般用途的全封闭自扇冷式电动机, 适用于无特殊要求的各种机械设备, 如机床、鼓风机、运输机以及农业机械和食品机械中。

在经常启动、制动和反转的场合(如起重机), 一般要求电动机转动惯量小和过载能力大, 应选用起重及冶金用 YZ 型(笼型)或 YZR 型(绕线型)三相异步电动机。

按安装位置不同, 电动机的结构形式可分为卧式和立式两类; 按防护方式不同, 可分为

开启式、防护式、封闭式和防爆式。常用的结构形式为卧式封闭型电动机。同一系列的电动机有不同的防护及安装形式，可按需要选用。

Y 系列三相交流异步电动机的主要技术数据、外形及安装尺寸见附录一。

二、确定电动机的功率

电动机的功率是否合适，对电动机的工作和经济性都有影响。功率小于工作要求，则不能保证工作机正常工作，或使电动机长期过载、发热而过早损坏；功率过大，则电动机功率不能充分使用，造成浪费。

电动机的功率主要根据电动机运行时的发热条件决定。对于长期连续运转、载荷不变或变化很小、常温下工作的机械，只要所选电动机的额定功率 P_m 等于或略大于电动机实际所需的输出功率 P_0 ，即 $P_m \geq P_0$ 就行。通常不必校验电动机的发热和启动转矩。

(1) 计算工作机所需功率 P_w (kW)。应根据工作机的工作阻力和运动参数计算求得。

课程设计时，可根据设计题目给定的工作机参数 (F_w 、 v_w 、 T_w 、 n_w)，按式 (2-1) 计算

$$P_w = \frac{F_w v_w}{1000 \eta_w} \quad (2-1)$$

$$\text{或} \quad P_w = \frac{T_w n_w}{9550 \eta_w} \quad (2-2)$$

式中 F_w ——工作拉力，N；

v_w ——工作机的线速度，m/s；

T_w ——工作机的转矩，N·m；

n_w ——工作机的转速，r/min；

η_w ——工作机的效率，对于带式输送机，一般取 $\eta_w = 0.94 \sim 0.96$ 。

(2) 计算机械传动装置的总效率 η 。即计算由电动机至工作机的总效率 η

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_n \quad (2-3)$$

式中， η ， η_1 ， η_2 ， η_3 ， $\cdots$ ， η_n 分别为传动装置中每一级传动副（如带传动、齿轮传动、链传动等）、每对轴承及每个联轴器的效率，其值可参照表 2-2。

表 2-2 机械传动和轴承效率的概略值

类 型		开 式	闭 式
圆柱齿轮传动		0.94~0.96	0.96~0.99
圆锥齿轮传动		0.92~0.95	0.94~0.98
蜗杆传动	自锁蜗杆	0.30	0.40
	单头蜗杆	0.50~0.60	0.70~0.75
	双头蜗杆	0.60~0.70	0.75~0.82
	四头蜗杆	—	0.82~0.92
	圆弧面蜗杆	—	0.85~0.95
单级 NGW 行星齿轮传动		—	0.97~0.99
链传动		0.90~0.93	0.95~0.97
摩擦轮传动		0.70~0.88	0.90~0.96
平带传动		0.97~0.98	—
V 带传动		0.94~0.97	—

续表

类 型		开 式	闭 式
滚动轴承(每对)		0.98~0.995	
滑动轴承(每对)		0.97~0.99	
联轴器	具有中间可动元件的联轴器	0.97~0.99	
	万向联轴器	0.97~0.98	
	齿轮联轴器	0.99	
	弹性联轴器	0.99~0.995	

计算传动装置总效率时应注意以下几点。

① 轴承效率通常指一对而言。

② 资料推荐的效率值一般有一个范围，在一般条件下宜取中间值。若工作条件差，加工精度低和维护不良时，应取较低值；反之可取较高值。

③ 同类型的几对传动副、轴承或联轴器，要分别计入各自的效率。

④ 蜗杆传动效率与蜗杆头数及材料有关，设计时应初选头数并估计效率。此外蜗杆传动效率中已包括蜗杆轴上一对轴承的效率，因此，在总效率的计算中，蜗杆轴上的轴承效率不再计入。

(3) 计算电动机实际所需的输出功率 P_0 。

$$P_0 = \frac{P_w}{\eta} \quad (2-4)$$

(4) 确定电动机额定功率 P_m 。根据电动机实际所需的输出功率 P_0 ，由附录一中附表 1-1，确定电动机额定功率 P_m ，即 $P_m \geq P_0$ 就行。

三、确定电动机的转速

额定功率相同的三相异步电动机，其同步转速有 750r/min、1000r/min、1500r/min 和 3000r/min 四种。电动机转速越低，则磁极数越多，外廓尺寸及重量都较大，价格也越高，但传动装置总传动比小，可使传动装置的结构紧凑。而电动机转速越高，其优缺点正好相反。因此，在确定电动机转速时，应进行分析比较，综合考虑，权衡利弊，选择最优方案。

选择电动机转速时，可先根据工作机的转速和传动装置中各级传动的常用传动比范围，推算出电动机转速的可选范围，以供参考比较。即

$$n_d = (i'_1 i'_2 i'_3 \cdots i'_n) n_w \quad (2-5)$$

式中 n_d ——电动机转速可选范围；

n_w ——工作机转速；

$i'_1, i'_2, i'_3, \cdots, i'_n$ ——各级传动机构的合理传动比范围，见表 2-3。

课程设计时一般推荐选用同步转速为 1000r/min 和 1500r/min 的。

四、确定电动机的型号

根据确定的电动机的类型、结构、功率和转速，可由附录一查取 Y 系列电动机型号及外形尺寸，并将电动机型号、额定功率、满载转速、外形尺寸、电动机中心高、轴伸尺寸和键连接尺寸等相关数据记录备用。

课程设计过程中进行传动装置的传动零件设计时所用到的功率，以电动机实际所需输出功率 P_0 作设计功率。转速均按电动机额定功率下的满载转速 n_m 来计算。

第三节 传动装置总传动比的计算及分配

一、总传动比的确定

电动机确定后，根据电动机的满载转速 n_m 及工作机的转速 n_w ，计算出传动装置的总传动比。即

$$i = \frac{n_m}{n_w} \tag{2-6}$$

二、各级传动比的分配

若传动装置由多级传动组成，则总传动比应为串联的各分级传动比的连乘积

$$i = i_1 i_2 i_3 \cdots i_n \tag{2-7}$$

合理分配传动比在传动装置设计中非常重要。它直接影响到传动装置的外廓尺寸、重量、润滑情况等许多方面。各级传动比分配时应考虑以下几点。

(1) 各级传动比应在各自推荐的范围内选取，在特殊情况下也可以超过所允许的最大值。各类传动的传动比数值范围见表 2-3。

表 2-3 各类传动的传动比数值范围

传动类型		一般范围	最大值
圆柱齿轮传动	一级开式传动	3~7	≤15~20
	一级减速器	3~6	≤12.5
	二级减速器	8~40	≤60
	一级行星(NGW)减速器	3~9	≤13.7
	二级行星(NGW)减速器	10~60	≤150
圆锥齿轮传动	一级开式传动	2~4	≤8
	一级减速器	2~3	≤6
圆锥-圆柱齿轮减速器		10~25	≤40
蜗杆传动	一级开式传动	15~60	≤120
	一级减速器	10~40	≤80
	二级减速器	70~800	≤3600
蜗杆-圆柱齿轮减速器		60~90	≤480
圆柱齿轮-蜗杆减速器		60~80	≤250
带传动	开口平带传动	2~4	≤6
	有张紧轮的平带传动	3~5	≤8
	三角带传动	2~4	≤7
链传动		2~6	≤8
圆柱摩擦轮传动		2~4	≤8

(2) 应使各传动件尺寸协调、结构匀称合理。如图 2-2 所示，由于带传动的传动比过大，大带轮半径大于减速器输入轴中心高度而与底架相碰。因此由带传动和单级齿轮减速器组成的传动装置中，一般应使带传动的传动比小于齿轮的传动比。

(3) 应使传动装置的总体尺寸紧凑，重量最小。图 2-3 所示为二级圆柱齿轮减速器，在总中心距和总传动比相同时，细实线所示的结构（高速级传动比 $i_1 = 5$ ，低速级传动比 $i_2 =$